



■小倉幸一■

# スイッチの 接触抵抗を測る(6)

## ●スイッチ液の効用をバースト波で検証

スパーク、これに起因する接点の損傷、これを防止するためのSW液…、この流れに沿って納得したSW液の効果でした。

その実験では(11月号第10図、第11図)、波形全景を見ると、液を使った方が大きなピークになっています。これを時間軸に注目して見直すと、幅の広い単発パルス成分の接続時間は1/2、振幅で比較して1/9に減少しています。

これで、オーディオ分野以外でのSW液のOFF時の効果は実証できました。OFFからONへの動作は、接点の粗さ的凹凸と接点間の圧力が大きく関与して、比較的スムーズな通電動作になっていく、という浅井

氏のお話もありました。接点の凹凸の役目もはっきりしました。

この延長線上でオーディオ世界での効果を考えるとき、電流の極端な減少、したがって逆起電力のこれまた極端な減少、と考えてみると、

- ・スパーク
- ・接点表面の損傷

などは考慮外の事項に思えてきます。まして、回路にLの存在を前提にした前2項の現象は、無視しても問題ないでしょう。そこで、オーディオでは別なことを考え、実証しなければならなくなってきました。といっても、5月号から実験してきた波形的データも無視できません。

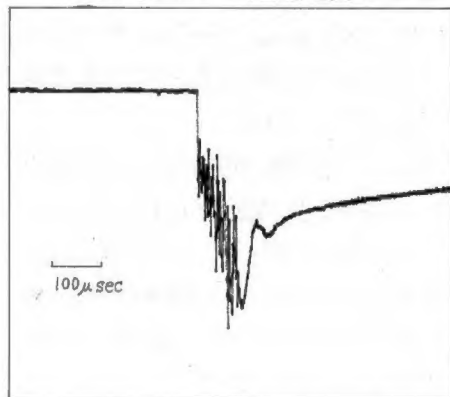
振り返ってみると、液としてのオイル成分と混入金属粉とはいっしょくたにして、SW液と称してきました。先の強電分野では、金属粉は入っていない(と思う)との浅井氏のお話から、筆者もオイル成分だけの現象を見てみようと思い立ちました。というのも、SW液はそのままおいておくと、金属粉は沈殿して完全に液と分離してしまいます。そこで、この液だけを吸い上げて接点につけてみます。

この液の分離が完全にできているのがNo.8(6月号、第1表)だけで、他は液の絶対量が少なく、うわずみだけを取ることができませんでした。カーボンはうわずみができませんでした(目視)。

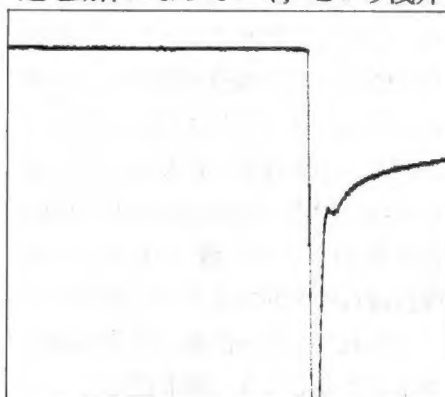
第1図に結果を示します。接点まわりの回路は第2図です。“L”は小型電源トランスの2次12V巻線を

### ON/OFFでの“液”の効果

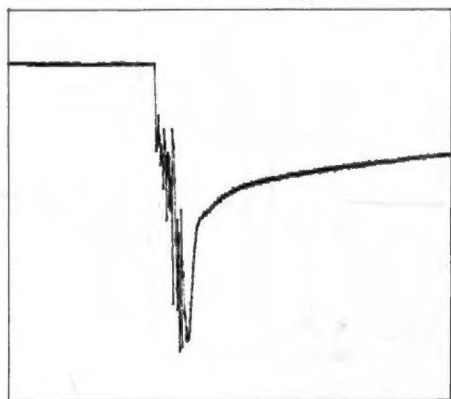
昨年11月号で、比較的強電の分野でのSW(スイッチ)液の効用をご紹介しました。すなわち、インダクタンスを含む回路のON/OFFで、OFF時に発生する逆起電力による



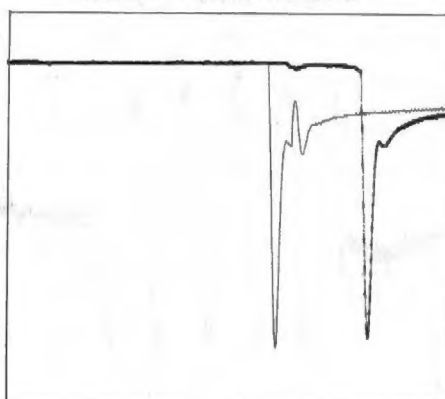
〈第1図A〉SW液なし



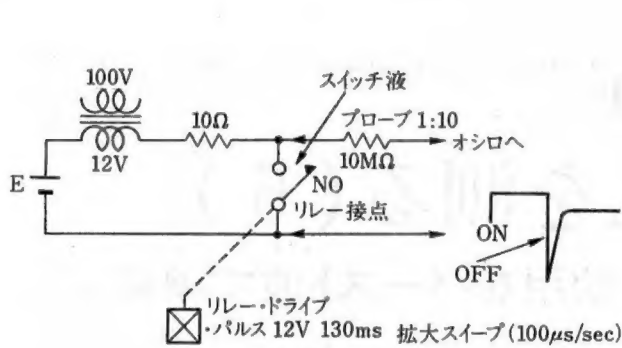
〈第1図B〉上澄液をつけたとき



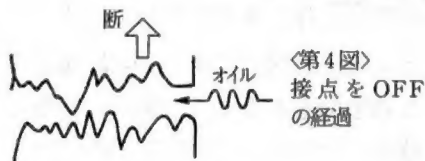
〈第1図C〉液あり、繰り返し後



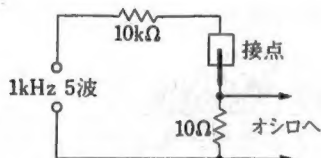
〈第1図D〉0.025V入力、時間でばらつく



〈第2図〉 接点まわりの回路



〈第4図〉 接点を OFF の経過



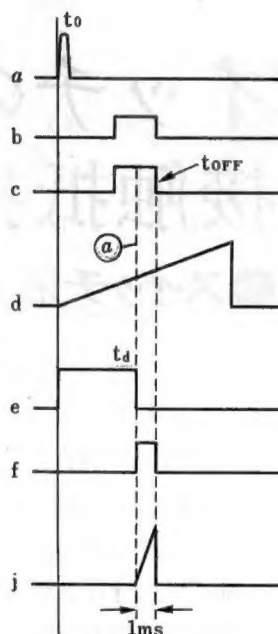
〈第5図〉 ロータリ接点のテスト回路

使いました。100 V 巻線を使うと、逆起電力により火花が出ます。そんな実験のあと 12 V 巻線でこのデータを取りましたから、接点の損傷がミクロには少し遊んだ状態でのデータとなります。接点規格は、

5 A/28 VDC, 5 A/240 VAC というものです(新品リレー)。参考までにこのリレーのドライブ回路を第3図に示しておきます。オシロでの波形観察が主目的ですから、ドライブ信号の OFF 時点からスイープはスタートします。第3図中の①点ですが、これはオシロのディレー・スイープのゲート出力を観察用デジタル・オシロのトリガとしてあります。この方式では、次段のデジタル・オシロのトリガ時点を任意に微調整できる利点があります。というのも、リレー・ドライブ信号より 10 msec 程度実際の接点の開閉が遅れるからです。波形観察は 100  $\mu$ sec/div で接点 OFF の瞬間をとらえます。ドライブの時間は 30 msec, 繰り返し時間は 1 秒です。

第1図(A)が“液なし”で、L をとおして 2.5 V を加えたもの。時間軸

〈第3図〉 リレー・ドライブ回路



メイン・トリガ・パルス (1sec 間隔)

リレー・ドライブ・パルス (130msec)

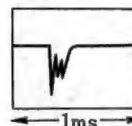
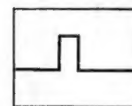
接点開閉 (ドライブ・パルスより 10msec くらいおくれる)

主スイープ (観察)

ディレー・パルス

デジタル・オシロ拡大スイープ用トリガ

デジタル・オシロ・スイープ 100 $\mu$ s/div

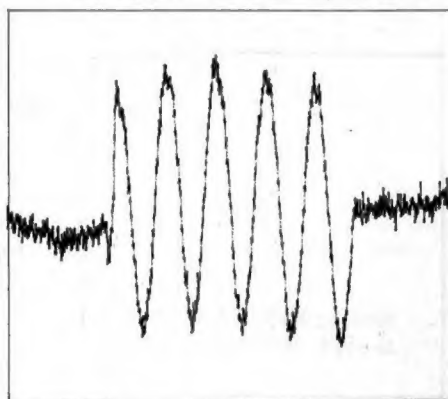


は 100  $\mu$ sec/div です。火花こそ見えますが、11 月号のパターンと同じものが現れています。接点の電流は 0.25 A で、オーディオ回路ではまだ大電流です。この波形が安定してオシロ画面上に現れています。

この接点に SW 液 No. 8 の上澄み液をつけてみます。第1図(B)がその結果です。100  $\mu$ sec くらいの間、高速に ON/OFF を繰り返しながら、ついては離れていった(粗さ的凹凸の大小による)接点の動作が、見事に一発で収まってしまいました。

ただ、この液をつけた後の繰り返しては、接点の機械的動作が時間的に不安定になり、数 100  $\mu$ sec の範囲にばらつき始めました。時間がたつにつれて(数十分)もとの波形が顔を出したりします (第1図(C))。

つぎに電圧 2.5 V を 1/10 にし

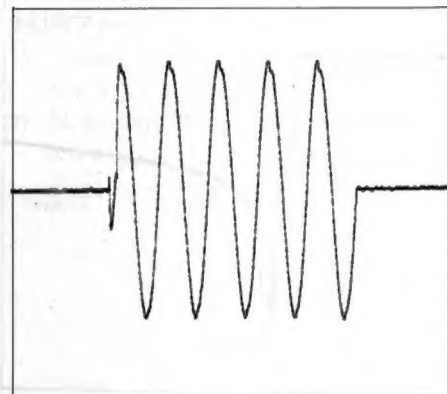


〈第6図〉 第5図 10  $\Omega$  両端の波形

てみます。波形が小さくなり、きれいになってきます。第1図(D)は感度を上げて見かけ大きくしてあります。また、重ね撮りで時間的バラツキも示しました。ごらんのとおり、波形は微小な変化を伴っています。

ここまでの機械的断(続)実験で、

- (1) 接点電流 (L 電流) に関して振幅は増減するが、同じパターンが得られる。
- (2) SW 液は、含まれる金属粉をのぞいても火花消去の効果はある。
- (3) “火花消去の効果”とは、接点が電氣的に完全 OFF になるのに、粗さ的凹凸による等価的面積変化(抵抗変化)と断続を伴うが(第4図)、そのときも一挙にちぢめることと定義します。
- (4) 逆起電力がなくなるわけでは



〈第7図〉 左図をアベレージしたもの

ありません。時間が本来の電氣的  
反応時間になる、ということです  
〔第1図(B)〕。

ということが実証できました。

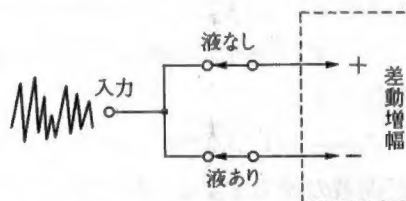
金属粉の効果は機械的(断)続につ  
いては、

- (1) 再度通電(接点を機械的に動か  
さないことも含めて)の場合の電子  
のための“飛び石”的役割
- (2) 接点間には常時圧力がかかっ  
ているので、火花消去的役割を終  
えた油膜も例の凹凸で通電路はで  
きている。
- (3) 接点の粗さ的凹凸は必要(適  
当な大きさ)悪?

### バースト波による検証

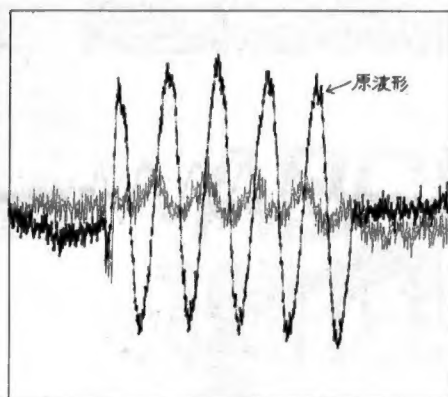
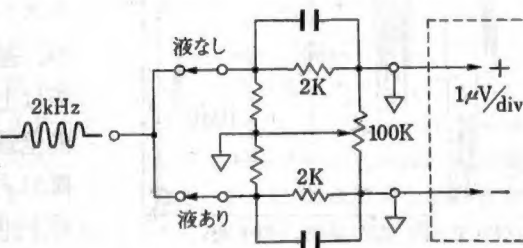
以上、接点の断/続時の火花防止  
(接点損傷防止)の点から、SW 液の効  
果を締めくくりましたが、当初に集  
めた SW 液も各社各様の効果をう  
たっています。1社に偏らないため  
に“SW 液”なる造語で話を進めて  
きましたが、たとえば“復活剤”は  
ロータリー SW 用で、リレー接点に  
は別種を使うよう指示してありま  
す。接点損傷を電氣的にも“断/続”  
に分けて復活を目的にするものでな  
く、環境汚染に対処するもののよう  
です。

そこで、10年ほどボックス中に放  
置しておいたロータリー SW の接  
点に活用してみました。テスト回路



▲〔第11図〕楽音を使った  
ときの実験回路

〔第12図〕  
基礎実験用の入力回路



〔第8図〕差動増幅で振幅を縮めた

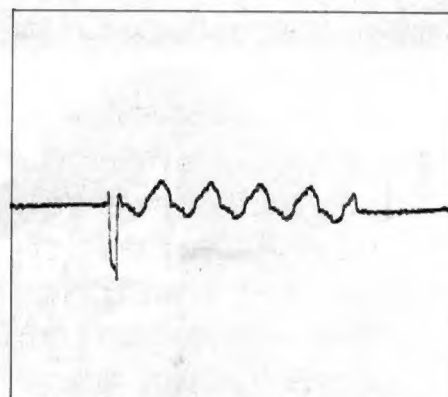
は第5図のようなもので、接点を通  
した電流を  $10\Omega$  での電圧変化とし  
て見るものです。本来ならば接点両  
端の方が直接的ですが、後の実験用  
に構築したシステムの流用なので、  
欠点は覚悟の上です。

信号源は  $1\text{kHz}$  5波バースト、繰  
り返し  $0.4$  秒で、 $10\text{k}\Omega$  をととして  
接点に加えました。電圧は  $1\text{Vp-p}$   
ですから接点電流は  $100\mu\text{A}$  です。

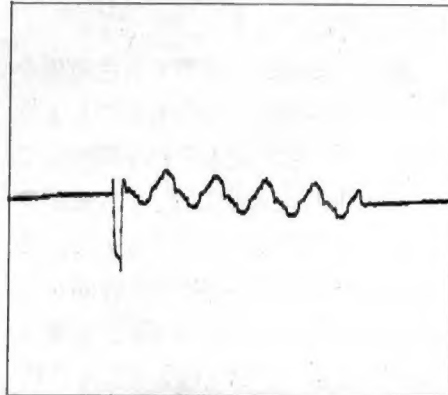
第6図が  $10\Omega$  両端の波形、それ  
をアベレージしたものが第7図で  
す。この状態で復活剤をかけて波形  
変化(振幅)を見るわけですが、少し  
工夫をして見ましょう。

というのも、振幅変化が2倍や半  
分であれば問題ありませんが、ごく  
わずかでであると、測定のパラツキか、  
ほんとうの変化か区別がつきませ  
ん。そこで、復活剤をかける前の波  
形を打ち消して0にしておけば、復  
活剤の効果を直接見ることができる  
わけです。このために登場するのが  
差動増幅です。

入力信号を分割し差動入力的一端  
子に加えます。そして分割を微調節  
すれば OK です。第8図に結果を示  
します。理想的には0までいきます



〔第9図〕左図の出力をアベレージしたもの



〔第10図〕復活剤をスプレーした

が、位相も含めて調節する必要があ  
ります。その性能を表わすのが  
CMRR (dB) です。くわしくはべつ  
の機会にしますが、振幅が小さくな  
ったぶん、ゲインを上げられますか  
ら、変化分を拡大測定できるわけ  
です。第8図の差動出力をアベレージ  
したものが第9図です。

この状態で復活剤をかけてみます  
(スプレー)。結果は第10図です。波  
形変化はありますが、振幅変化はな  
し、と見るべきでしょう。以上、復  
活剤のデータでした。

### 楽音を使つての検証

物理実験としては終わりましたが、  
さて、この結果からオーディオ  
として何がいえるかとなると、ま  
ったくお手上げです。ただ、SW 液の  
効果を“SW の長持ち”“接触不良の  
改善”“復活”と比較的物理学の分  
野での効果を表示している間は良  
的ですが、オーディオの世界には、  
経験談として、音質改善、音色の変